

2011年霧島山(新燃岳)噴火対応 ～噴煙エコーの解析と降灰の量的予測に関する研究～

○新堀敏基(地震火山研究部)、橋本明弘(予報研究部)、福井敬一(地磁気観測所)

1. はじめに

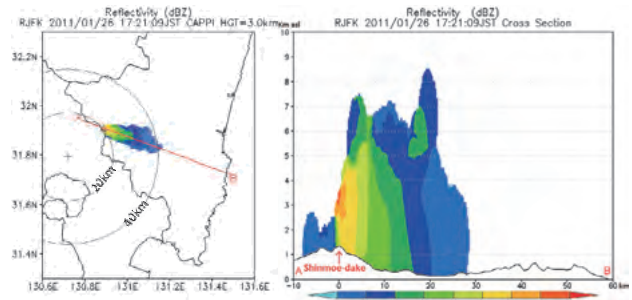
2011年1月26日、霧島山(新燃岳)では約300年ぶりとなるマグマ噴火が始まり、多量に放出された火山灰による航空機の欠航や農作物への被害などが広い地域で発生した。気象庁では現在、このような国内火山の噴火に伴い広範囲に降灰の影響が予想される場合、メソ数値予報モデル(MSM)の予報値を入力値とする火山灰移流拡散モデルを即時的に実行して、予想される積算降灰域を図示した降灰予報を発表している。

降灰予報は、今後より規模の大きな噴火により引き起こされる火山灰被害に対処するためにも降灰域だけでなく降灰量の予測も含めた情報の高度化が課題となっている。この課題をクリアするために気象研究所では、(i)気象レーダーで観測される噴煙エコーの解析や(ii)気象庁非静力学モデル(JMA-NHM)を用いた噴煙-降灰ダイナミクスの研究、(iii)MSMより高分解能な局地モデル(LFM)の予報値を用いた移流拡散モデルによる降灰の量的予測に取り組むとともに、2011年新燃岳噴火に対して(iv)噴煙や降灰の現地観測などを実施し新たな知見を得た。これらの研究のうち、本発表会では(i)と(iii)を中心に報告する。さらに(ii)については Hashimoto *et al.* (2012) を、(iv)については鬼澤・他 (2011) 参照されたい。

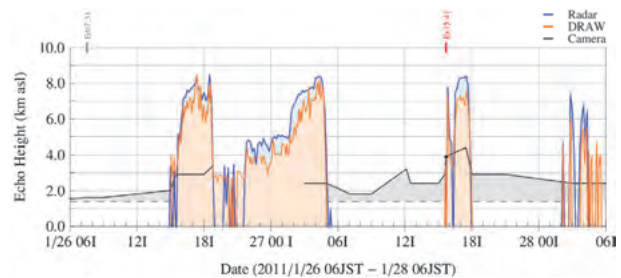
2. 噴煙エコーの解析

2011年新燃岳噴火に伴う噴煙エコーは、Cバンド気象ドップラーレーダーである種子島レーダー(新燃岳のS4° E, 141 km)、福岡レーダー(同N16° W, 176 km)、鹿児島空港レーダー(同S51° W, 20 km)などで観測された(第1図)。

種子島・福岡レーダーで1月26日06時～28日06時に観測された噴煙エコー頂高度の時間変化を第2図に示す。このエコー頂高度は、新燃岳の火口直上ではなく火山灰雲全体を対象として、雲頂判別しきい値12 dBZeに相当する高度で解析した。26日15時頃～27日18時頃にかけて発生した高い噴煙を連続的に上げる噴火(準プリニー式噴火)に伴う噴煙エコーの解析から、従来の遠望観測では十分に把握できなかった最高8.5 km(海拔)に達する噴煙高度の詳細な時間変化が明らか



第1図: 鹿児島空港レーダーで観測された新燃岳の噴煙エコーの一例(2011年1月26日17時21分)。(左図)3 km 定高度水平断面図、(右図)A-B間鉛直断面図。+印はレーダーサイト、△印は新燃岳を示す。



第2図: 種子島・福岡レーダーによる新燃岳の火山灰雲全体のエコー頂高度(青線)の時間変化(2011年1月26日06時～28日06時)。鹿児島空港レーダーのエコー頂高度(橙線)と遠望観測の噴煙高度(火口縁上、黒線)を合わせて示した。Erは噴火開始、Exは爆発的噴火の時刻、破線は新燃岳の標高を示す。

かになった。その後、2月1日に発生した噴石を飛ばす爆発的噴火(ブルカノ式噴火)以降、散発的な噴煙エコーが観測されるようになり、3月1日までに発生した計13回のブルカノ式噴火のうち、10回で噴煙エコーを検出した。4月以降、時々発生した小規模な噴火に伴う噴煙エコーは降水の影響もあり、6月29日を最後に検知していない(最後の噴火は9月7日、2011年12月末現在)。なお第2図に合わせて示した、鹿児島空港レーダーで観測されたエコー頂高度は、種子島・福岡レーダーと比較してより細かな時間変化が捉えられているが、系統的に数100 m低いのはビーム幅の広がりやの違いのほか、エコー強度のしきい値の影響と考えられる。

3. 降灰の量的予測

火山灰移流拡散モデルでは、初期値の噴煙柱モデルにおいて噴煙高度と噴火の継続時間から噴煙柱の形成理論に基づき噴出物総質量を見積り、数値予報GPVを入力値として火山灰トレーサーの時間発展を移流・拡散過程に重力落下も考慮して追跡し、地表面に沈着した火山灰(降灰)の量を予測する(新堀・他, 2010)。ここでは、降灰の大部分を占める準プリニー式噴火の期間(1月26日15時~28日00時)について、種子島・福岡レーダーの噴煙エコー解析結果に基づく噴煙高度と継続時間(第2図)を既知として初期値に用い、試験運用中のLFMを入力値として28日00時までの積算降灰量の予測を行った(第3図)。ただしLFMの予報時間は9時間のため、初期時刻を6時間ごとに5回更新して計33時間積分した。

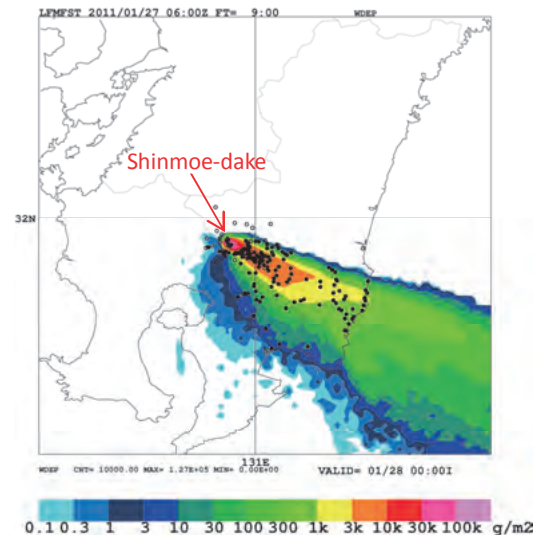
気象庁機動調査班(JMA-MOT)による現地調査や聞き取り調査による降灰分布と比較すると、新燃岳の南東方向に降灰の分布主軸があり南側に膨らみをもつ降灰域の特徴はほぼ予測できている。また予想降灰量は、火口に接近するほど観測値よりも少なめであったが、降灰主軸の北側は勾配がきつく南側ほど緩やかな特徴は現地観測(図略)と合っていた。

4. まとめ

2011年新燃岳噴火に伴い気象レーダーで観測された噴煙エコーを解析した結果、準プリニー式噴火の期間の噴煙高度の詳細な時間変化が明らかになり、その後の変化は火口内の溶岩蓄積期を経てブルカノ式噴火を時々繰り返すに至った噴火活動と対応していた。そして、規模の大きな噴火に伴う降灰の量的予測では、精度の高い噴煙エコー頂高度の初期値利用が予測精度を改善することを確認した。

気象レーダーによる噴煙観測データは降灰予測の初期値として有効だけでなく、噴火規模をリアルタイムで監視・評価する上でも重要な情報であり、火山噴火予知連絡会で活用された。今後、噴煙内部の粒径分布や拡散比率を解明するためにドップラー速度の解析やCバンドより短い波長で二重偏波レーダーによる観測、火山灰版レーダー方程式や第1図と第3図の類似性からエコー強度-降灰量の関係の導出、雨・灰判別の研究を進めるとともに、火山噴火時に機動観測できる可搬型レーダーの技術開発が必要になると考えられる。

降灰予報は来年度、情報の高度化(量的予報さらには警報化)に向けた検討会が気象庁で開かれる予定である。検討会における議論を踏まえ、社会から求められる情報に必要な技術開発を、気象と地象の双方に関わる融合型研究として進めてゆくことが重要である。



第3図: 火山灰移流拡散モデルによる新燃岳噴火に伴う積算降灰量の予測(1月26日15時~28日00時)。26~27日に降灰が観測された地点を●、観測されなかった地点を○で示す。

謝辞

気象レーダーの解析には田中恵信氏・鈴木 修氏・山内洋氏により気象研究所で開発・改良された「Draft」を使用しました。降灰の観測値については、産業技術総合研究所から提供戴きました。記してお礼申し上げます。

参考文献

- (1) Hashimoto, A., T. Shimbori, and K. Fukui, 2012: Tephra fall simulation for the eruptions at Mt. Shinmoe-dake during 26-27 January, 2011 with JMANHM. SOLA, **8**, preparing.
- (2) 鬼澤真也, 福井敬一, 新堀敏基, 安藤 忍, 木村一洋, 弘瀬冬樹, 吉田康宏, 岩切一宏, 吉田知央, 山本哲也, 吉川澄夫, 2011: 2011年霧島新燃岳噴火に伴う噴煙観測および降灰調査. 日本地球惑星科学連合2011年大会, SVC070-P19.
- (3) 新堀敏基, 相川百合, 福井敬一, 橋本明弘, 清野直子, 山里 平, 2010: 火山灰移流拡散モデルによる量的降灰予測—2009年浅間山噴火の事例—. 気象研究所研究報告, **61**, 13-29.

※本研究は、重点研究「気象観測技術等を活用した火山監視・解析手法の高度化に関する研究(平成21~25年度)」(研究代表者: 山本哲也, 研究分担者: 山里 平, 小久保一哉, 高木朗充, 坂井孝行, 新堀敏基, 安藤 忍, 鬼澤真也(地震火山研究部), 福井敬一(地磁気観測所), 平松秀行, 近澤 心(火山課), 楠 研一(気象衛星・観測システム研究部), 小司慎教, 橋本明弘(予報研究部))および一部は科学技術振興調整費「平成23年霧島山新燃岳噴火に関する緊急調査研究(平成22年度)」(研究代表者: 鶴川元雄(防災科学技術研究所), 研究分担者: 福井敬一, 新堀敏基, 安藤 忍, 鬼澤真也(地震火山研究部), 橋本明弘(予報研究部))として行われた。